

# ZONAÇÃO E ESTRATIFICAÇÃO DA MACROFAUNA BÊNITICA EM UM BANCO ARENO-LODOSO DO SETOR EUHALINO DE ALTA ENERGIA DA BAÍA DE PARANAGUÁ (PARANÁ, BRASIL)

Sérgio Antonio Netto<sup>1,2</sup>  
Paulo da Cunha Lana<sup>1</sup>

## ABSTRACT

ZONATION AND VERTICAL DISTRIBUTION OF BENTHIC MACROFAUNA IN A SAND-MUDDY FLAT IN THE HIGH-ENERGY EUHALINE SECTOR OF PARANAGUÁ BAY (PARANÁ, BRAZIL). Distribution of benthic macrofauna was studied at an unvegetated tidal flat in Paranaguá Bay, Paraná, Brazil. Sampling was carried out at five tidal levels along a 25m transect. Stratified samples were taken between 0-50mm and 50-100mm with a 100mm corer. Despite of its sediment homogeneity, the unvegetated flat was divided in a superior and inferior zone, characterized by similar species composition but distinct faunal densities. Local macrobenthic zonation patterns were correlated to organic and water content. The bivalve *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) and an unidentified oligochaete species were significantly more abundant in higher levels. The surface crawler gastropods *Heleobia australis* (Orbigny, 1835) and *Acteocina bidentata* (Orbigny, 1841) were significantly more abundant at lower levels. Physico-chemical parameters were clearly stratified, with higher values at surface. Surface strata were characterized by significantly higher species and total macrofaunal numbers. Deeper layers were numerically dominated by the deposit-feeding polychaete *Heteromastus similis* Southern, 1921.

KEYWORDS. Benthic macrofauna, tidal flat, zonation, vertical distribution, Paranaguá Bay .

## INTRODUÇÃO

A diversidade e a densidade da macrofauna benthica podem variar acentuadamente nas planícies de maré de estuários tropicais e subtropicais (ALONGI, 1990). Parte desta variabilidade é causada pela presença de vegetação halófitas, como manguezais e marismas, freqüentemente caracterizados por padrões de zonação florística, com evidentes reflexos sobre a fauna. Ao contrário do que ocorre em áreas vegetadas e costões rochosos, a zonação da macrofauna não é uma feição conspícua em planícies de maré não-vegetadas, muito embora estas possam apresentar fácies sedimentares bem definidas (WILSON, 1988). Nestes locais, a zonação da fauna tende a ser mais dinâmica ou inconspícua, tanto no sentido horizontal como no vertical, devido à capacidade de locomoção, ao hábito críptico de invertebrados benthicos e à própria exposição a predadores (TAMAKI, 1985;

1. Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Av. Beira-Mar s/n, Pontal do Sul, 83255-000, PR, Brasil.

2. Grupo TOPSUB, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

LEVINTON et al., 1985; WILSON, 1988).

A maioria dos organismos bênticos de fundos areno-lodosos ou lodosos ocupa preferencialmente estratos até 5cm de profundidade (ROSENBERG, 1974; JOSEFSON, 1991). Características físico-químicas do sedimento, como a distribuição vertical de oxigênio e da temperatura, além da presença de predadores epi- e infaunais têm sido sugeridas como fatores determinantes da distribuição vertical destes invertebrados (WHITLACH, 1980; COULL, 1988).

As relações entre a distribuição das associações macrobênticas e a variação do nível da maré e profundidade no sedimento receberam considerável atenção em ambientes temperados (TURNER, 1984; PETERSON & BLACK, 1988; WILSON, 1988). No entanto, pouco se conhece a respeito do tema em regiões estuarinas tropicais e sub-tropicais da costa sudeste brasileira (AMARAL, 1979).

Este estudo objetiva descrever os padrões de zonação e estratificação da macrofauna bêntica em um banco areno-lodoso não-vegetado, no setor euhalino de alta energia da Baía de Paranaguá, correlacionando a composição específica e a densidade do macrobentos com a granulometria, grau de umidade do sedimento, teores de matéria orgânica, temperatura e salinidade, em cinco distintos níveis de maré e em dois estratos, um de superfície (0-50mm) e outro de subsuperfície (50-100mm).

## MATERIAL E MÉTODOS

A Baía de Paranaguá, situada no Estado do Paraná (25°16-34'S; 48°14-42'W), é um complexo estuarino bordejado por manguezais e marismas. O atual conhecimento do regime hidrológico da baía foi sumarizado por KNOPPERS et al. (1987). As escassas medidas de correntes de maré indicam que a velocidade pode atingir 125 cm.s<sup>-1</sup> durante as vazantes. As marés locais caracterizam-se por desigualdade diurna e padrões aproximadamente semidiurnos durante as amplitudes máximas (2 m). As planícies de marés locais podem ser constituídas por manguezais, marismas de *Spartina alterniflora* Loisel e bancos não-vegetados. NETTO (1993) dividiu as marismas e áreas não-vegetadas adjacentes em três setores distintos, a partir de suas características físico-químicas e faunísticas. Na porção mais interior da baía, setor mesohalino, os sedimentos são síltico-argilosos, a riqueza de espécies é baixa e há um predomínio de formas epifaunais. No setor polihalino, como reflexo das características dos sedimentos, dominados por areia muito fina e mal selecionada, a riqueza de espécies aumenta, particularmente das formas infaunais. No setor euhalino, junto às barras de acesso, a maior energia ambiental é evidenciada por sedimentos constituídos por areia fina e bem selecionada.

O estudo foi desenvolvido em um banco areno-lodoso não-vegetado, localizado cerca de 100m a montante da foz da gamboa Bagaçu, no setor euhalino de alta energia (fig. 1). Segundo LANA & GUISS (1991), a temperatura do sedimento varia em torno de 19°C no inverno e 34°C no verão; teores de matéria orgânica podem oscilar entre 0,8 e 4,4%.

Para o estudo da zonação e estratificação do macrobentos, foram realizadas, em 24 de julho de 1990, durante maré baixa de sizígia, amostragens em 5 níveis da região entre-marés, desde a zona superior de transição com uma marisma de *S. alterniflora* (nível I) até o nível 0.0 da tábua (nível V). A cada 5m foram tomadas 5 réplicas estratificadas de 0 a 50mm e de 50 a 100mm de profundidade com um tubo extrator de PVC de 100mm de diâmetro (0,008m<sup>2</sup>). As amostras foram triadas em peneira de malha de 0,5mm e fixadas em formol a 10%. Em laboratório, os organismos foram identificados e quantificados sob microscópio estereoscópico Wild M8. Com exceção de Nemertinea e Oligochaeta (com um morfotipo), todos os grupos macrobênticos numericamente dominantes foram identificados em nível específico. A coleção estudada encontra-se depositada no Laboratório de Bentos do Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Sul (UFPR).

Para cada nível amostral, foram tomadas 5 réplicas para análise dos sedimentos adjacentes às amostras faunísticas com um corer de 25mm de diâmetro. Estas foram adicionalmente estratificadas de 0 a 50mm e de 50 a 100mm, ainda no campo, com auxílio de espátula metálica. O grau de umidade do sedimento foi determinado pela diferença de peso após 24 h de secagem em estufa a 70°C. Teores de matéria orgânica e carbonatos foram determinados por combustão, segundo metodologia de DEAN (1974). Análises granulométricas foram realizadas

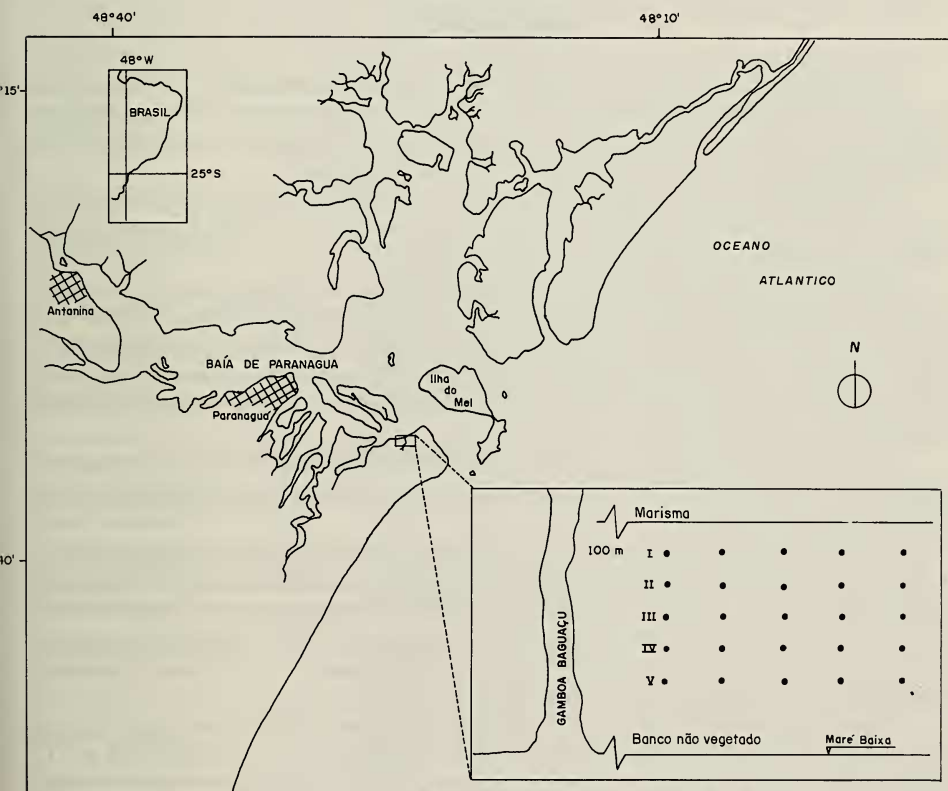


Fig. 1. Macrofauna bêntica de banco entre-marés na Baía de Paranaguá, PR, Brasil: área de estudo com a localização da transversal.

pelo método de peneiramento, com amostras previamente tratadas com defloculante (HOLME & MCINTYRE, 1971). Em cada nível foi efetuada a coleta de água de percolação para determinação da salinidade e registradas as temperaturas de superfície (0-5 cm) e fundo (5-10 cm) do sedimento.

Como técnica de classificação, objetivando determinar o grau de associação entre estações (modo Q) e espécies (modo R), foram empregadas análises de agrupamento do tipo hierárquico combinatório, utilizando-se para a união dos objetos ou descritores a média não ponderada (ROMESBURG, 1984). Como medida de similaridade foi adotado o índice de Bray-Curtis (WARWICK, 1983).

Análises de variância bifatoriais foram utilizadas com o objetivo de testar diferenças de parâmetros físico-químicos (diâmetro médio do grão, teor de finos, matéria orgânica, carbonatos e grau de umidade do sedimento), das densidades de espécies numericamente dominantes e de parâmetros da comunidade (número total de espécies e de organismos) entre os níveis de amostragem e entre estratos. Os cinco níveis amostrais (tratamentos) e estratos de superfície e de fundo (blocos) foram considerados fatores fixos. Uma vez detectadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), foi utilizado o teste de comparação múltipla LSD (HAIR *et al.*, 1979).

Com o objetivo de avaliar as principais tendências de variação de fatores bióticos e abióticos, as estações foram ordenadas através da análise de componentes principais aplicada à matriz de correlação (DAVIS,

1973). Em todas as análises, somente foram consideradas as espécies que ocorreram em pelo menos 3 amostras. As matrizes de dados sofreram transformação prévia do tipo Log (x+1).

## RESULTADOS

Parâmetros físico-químicos. A salinidade da água de percolação foi homogênea nos 5 níveis analisados, variando de 31 a 32 ppm. A temperatura, embora bastante semelhante em todos os níveis, apresentou uma nítida estratificação, oscilando entre 25 e 26°C em superfície e 22 e 23°C no estrato de 50 a 100mm (tab. I).

Os sedimentos foram caracterizados como areia fina bem selecionada em todos os níveis e estratos. Teores de sedimentos finos variaram entre 2,3 e 4,0 %, não apresentando diferenças significativas entre níveis e estratos (tab. I).

Valores percentuais de matéria orgânica diferiram significativamente entre os níveis ( $p < 0,001$ ), evidenciando-se um gradiente desde a porção superior do banco, na interface com a marisma, com média de 4,4%, até o nível amostral mais baixo, com 8,2% (tab. I). Teores de matéria orgânica nos estratos superficiais foram significativamente maiores do que nos inferiores ( $p < 0,001$ ). Verificou-se ainda uma significativa interação entre os fatores nível amostral e estrato (tab. I).

A distribuição de carbonatos apresentou tendência semelhante a dos teores de matéria orgânica, com valores significativamente maiores nos níveis amostrais mais baixos e nos estratos superiores (tab. I).

Foram detectadas diferenças significativas do grau de umidade do sedimento entre os níveis e estratos ( $p < 0,001$ ). Nos níveis mais elevados, o grau de umidade do sedimento foi em média de 45% e nos níveis mais baixos de 60%. Nos estratos superficiais, foi cerca de 55% e no mais profundo, 40%. Foi também constatada interação significativa entre os dois fatores analisados, demonstrando que o grau de umidade do sedimento depende, tanto do nível de amostragem, como do estrato ( $p < 0,001$ , tab. I).

Macrofauna bêntica. Foram reconhecidos 36 espécies ou morfotipos para um total de 1901 organismos coletados, com densidades variando de 1 a 43 inds/0,008 m<sup>2</sup>. O poliqueta *Heteromastus similis*, o gastrópode *Heleobia australis* e o bivalve *Anomalocardia brasiliana* foram as espécies numericamente dominantes, representando mais de 75% dos organismos coletados. *H. australis*, forma detritívora, e o bivalve filtrador *A. brasiliana* estiveram praticamente restritos aos estratos superficiais. O poliqueta detritívoro *H. similis* foi o organismo numericamente dominante no estrato mais profundo, representando cerca de 60% dos organismos ali coletados.

No modo-Q, a classificação das estações (fig. 2) evidenciou a separação de dois grupos ao nível de 55% de similaridade: o grupo 1, constituído por estratos de superfície e dividido nos sub-grupos 1a (níveis I e II) e 1b (níveis III, IV e V); o grupo 2, constituído por estratos de fundo.

No modo-R (fig. 3), foram evidenciados quatro agrupamentos: grupo A) *H. australis*, *A. brasiliana*, os poliquetas *Sigambra grubii* e *Polydora websteri* Hartman, 1943 e o gastrópode *Acteocina bidentata*, caracterizado primariamente pela ocorrência no estrato profundo, ainda que as espécies referidas apresentem baixas densidades; grupo B) os poliquetas *Prionospio heterobranchia* Moore, 1907, *Spiophanes* sp. e uma espécie não identificada de Oligochaeta, que apresentaram densidades semelhantes em ambos os estratos; grupo C) o bivalve *Macoma constricta* (Bruguière, 1792), os poliquetas *Glycinde*

Tabela I. Médias e desvio padrão (entre parênteses) das variáveis sedimentológicas e faunísticas de um banco entre-marés na Baía de Paranaguá, Paraná, em julho de 1990, e resultados da análise de variância (ANOVA) avaliando diferenças entre níveis e estratos. Parâmetros faunísticos definidos como densidade média por 0,008 m<sup>2</sup>. (NS, diferença não significativa; \* 0,05<p<0,01; \*\* 0,01<p<0,001; \*\*\* 0,001<p<0,0001; S, estrato 0-50mm; F, estrato 50-100 mm;  $\bar{x}$ , média; s, desvio padrão).

VARIÁVEIS	NÍVEIS DE AMOSTRAGEM					VARIACÕES		
	I	II	III	IV	V	entre níveis	entre estratos	interações
S - $\bar{x}$ (s)								
F - $\bar{x}$ (s)								
<b>Parâmetros do sedimento</b>								
Diâmetro médio	2,6 (0,3) 2,5 (0,2)	2,6 (0,3) 2,7 (0,2)	2,6 (0,3) 2,6 (0,2)	2,5 (0,2) 2,7 (0,3)	2,6 (0,3) 2,6 (0,2)	0,6 NS	0,3 NS	0,2 NS
Teor de finos (%)	3,2 (0,4) 2,2 (0,6)	2,5 (0,3) 3,3 (0,5)	2,6 (0,3) 3,3 (0,5)	2,5 (0,2) 3,4 (0,6)	3,3 (0,5) 3,5 (0,5)	0,7 NS	0,4 NS	0,5 NS
Matéria orgânica (%)	5,7 (0,3) 3,2 (0,1)	4,4 (0,4) 3,5 (0,5)	9,0 (0,8) 3,3 (0,5)	9,6 (0,6) 5,9 (0,4)	10,8 (1,1) 5,7 (0,7)	37,32**	161*** S>F	8,42** 0,6NS
Carbonatos(%)	0,9 (0,2) 0,5 (0,1)	0,7 (0,1) 0,4 (0,1)	1,1 (0,2) 0,5 (0,2)	2,1 (0,4) 1,3 (0,4)	2,4 (0,2) 1,4 (0,3)	33,61**	39,42** S>F	0,6NS
Grau de umidade(%)	58,8 (3,7) 37,5 (2,5)	50,3 (3,3) 42,1 (3,5)	57,4 (4,3) 39,9 (5,1)	66,4 (6,9) 52,2 (2,1)	67,6 (5,3) 54,6 (4,2)	371***	487*** S>F	21,7***
<b>Parâmetros faunísticos</b>								
Número de espécies	13,2 (1,3) 5,6 (0,6)	12,2 (0,9) 3,6 (0,7)	13,6 (1,3) 4,6 (0,6)	11,8 (1,2) 6,4 (1,0)	11,8 (1,1) 4,8 (0,9)	1,2 NS	118,9*** S>F	1,29NS
Número de organismos	52,8 (9,2) 23,2 (7,8)	51,2 (9,4) 16,4 (7,2)	82,6 (11) 21,2 (5,3)	42,8 (4,2) 28,8 (8,3)	46,6 (4,6) 14,6 (3,4)	1,09 NS	42,9*** S>F	1,16 NS
<i>Heleobia australis</i>	6,8 (1,8) 0,2 (0,2)	6,8 (3,6) 0	22,4 (5,6) 0	9,2 (3,3) 0,6 (0,2)	15,8 (3,6) 1,2 (0,9)	2,8*	124*** S>F	1,9 NS
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	9,8 (3,1) 0	4,2 (1,4) 0,2 (0,2)	7,8 (1,3) 0	4,8 (0,9) 0	2,2 (0,8) 0,2 (0,2)	2,9*	216*** S>F	4,9**
<i>Heteromastus similis</i>	9,2 (3,2) 14,4 (6,3)	12,8 (5,9) 7,8 (4,2)	20,0 (2,9) 10,6 (2,3)	6,6 (1,3) 17,0 (6,5)	5,6 (2,3) 7,8 (4,0)	1,7 NS	0,23NS	1,7 NS
<i>Acteocina bidentata</i>	0,2 (0,2) 0,2 (0,2)	2,2 (1,3) 0,6 (0,4)	4,8 (1,5) 0,6 (0,4)	4,6 (0,8) 0	3,2 (0,5) 1,2 (0,5)	3,4*	34,03*** S>F	4,1**
Oligochaeta (indeterminado)	2,0 (1,2) 0,2 (0,2)	5,6 (1,8) 1,8 (0,7)	2,0 (1,0) 6,0 (2,2)	0,4 (0,2) 1,2 (0,9)	0 0,4 (0,4)	5,6**	0,05NS	0,7 NS

*multidens* (Fritz Müller, 1858) e *Lumbrineris tetraura* (Schmarda, 1861) e o anfípode *Corophium acherusicum*, espécies praticamente restritas ao estrato superficial. Dois taxa foram considerados não agrupados, *H. similis* e Nemertinea (um grupo de espécies não identificadas), com densidades médias mais elevadas no estrato profundo.

Foram verificadas diferenças significativas na densidade de 4 taxa entre os 5 níveis amostrais. *A. brasiliana* (p<0,05) e uma espécie não identificada de Oligochaeta (p<0,001) apresentaram maiores densidades nos níveis mais elevados (tab. I). O gastrópode *H. australis* e o *Acteocina bidentata*, por outro lado, apresentaram maiores densidades nos níveis amostrais mais baixos (tab. I). O número total de espécies e o número total de organismos não variaram significativamente entre os níveis analisados.

A comparação entre estratos demonstrou uma distribuição preferencial de quase todos os taxa na camada superficial. Os números totais de espécies e de organismos foram significativamente maiores no estrato de 0 a 5cm. Apenas os poliquetas *Heteromastus similis*, *Polydora socialis* (Schmarda, 1861) e Oligochaeta não apresentaram

diferenças significativas entre os estratos (tab. I).

Interações significativas entre níveis e estratos foram constatadas para *Macoma constricta*, *Acteocina bidentata* e para o poliqueta *Glycinde multidentis* (tab. I).

Na análise de componentes principais (fig. 4), as variáveis e estações foram projetadas simultaneamente em um mesmo plano fatorial, com o objetivo de facilitar a interpretação e melhor evidenciar as correlações das espécies e fatores físico-químicos dos diferentes níveis e estratos. Os dois primeiros eixos explicaram 93% do total da variância. O eixo I (84%) evidenciou o grau de umidade e número total de organismos como principais responsáveis pela variância. O segundo componente, responsável por apenas 9% da variância total, apresentou como variáveis de maior peso o gastrópode *H. australis* e o bivalve *A. brasiliiana*. A análise evidenciou a separação das amostras de

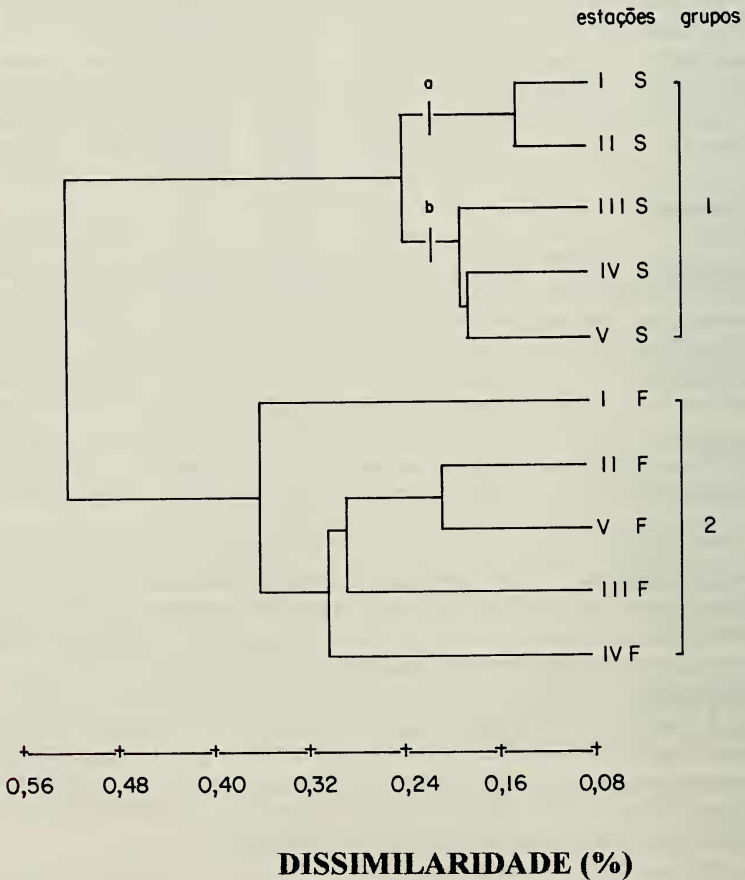


Fig. 2 Análise de agrupamento da macrofauna bêntica de banco entre-marés na Baía de Paranaguá, PR, Brasil: 2, modo Q; 3, modo R.

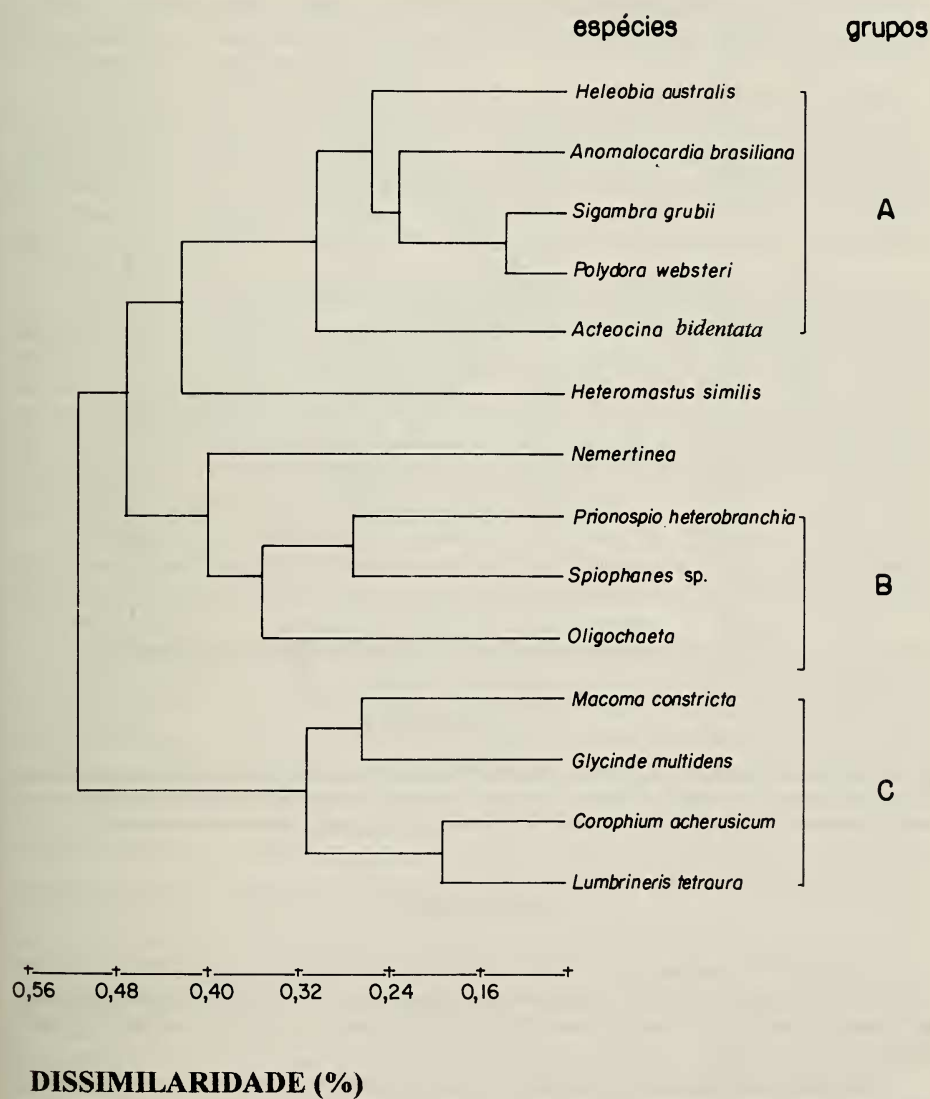


Fig 3. Análise de agrupamentos da macrofauna bêntica de banco entre-marés na Baía de Paranaguá; PR, Brasil: modo R.

superfície, associadas ao maior número de espécies e teores mais elevados de matéria orgânica, e as amostras de fundo associadas a *H. similis*.

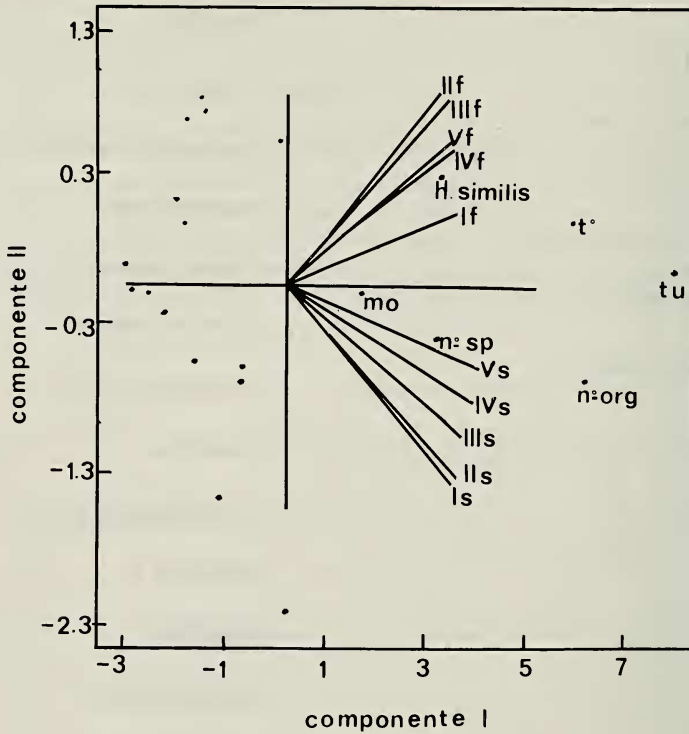


Fig. 4. Análise de componentes principais nos modos Q-R da macrofauna bêntica do banco entre-marés na Baía de Paranaguá, PR Brasil. (s, estrato de 0-50mm; f, estrato de 50-100mm; n° sp, número de espécies; n° org, número total de organismos; t°, temperatura; mo, teor de matéria orgânica; tu, teor de umidade no sedimento).

## DISCUSSÃO

Padrões de zonação da macrofauna bêntica de bancos não-vegetados de regiões entre-marés são, primariamente, associados a diferenças na textura do sedimento, tolerância à dessecação, salinidade e temperatura (BERTRAN, 1984; TURNER, 1984; REISE, 1985; KOH & SHIN, 1988).

POSTMA (1988) dividiu a região entre-marés em dois grandes grupos de acordo com a textura do sedimento. No primeiro grupo, o tamanho da partícula diminuiria dos níveis mais baixos até os superiores pela perda de energia da corrente de maré, à medida em que esta percorre o banco tipicamente de grande extensão. No segundo, característico de bancos estreitos, em geral com menos de 1km, o tamanho do grão aumentaria dos níveis de maré mais baixos para a parte superior, devido ao aumento da ação das correntes pela rápida diminuição da profundidade.

Fatores físicos-químicos como salinidade e temperatura podem afetar padrões de zonação em sedimentos arenosos ou areno-lodosos, principalmente em bancos de grande



extensão (KOH & SHIN, 1988). O tempo de exposição de planícies de maré com declive pouco acentuado e de grande extensão tende a ser maior, originando desta forma gradientes bem definidos de temperatura e salinidade.

Os resultados deste estudo indicam que o banco não-vegetado do setor euhalino de alta energia da Baía de Paranaguá, embora com características texturais semelhantes em todos os níveis de maré analisados, pode ser dividido em duas zonas superficiais distintas: uma superior (níveis I e II) e outra inferior (III, IV e V). Em planícies de maré desta natureza, com largura aproximada de 20m, o tempo de exposição parece não ser suficiente para acarretar mudanças significativas na temperatura e salinidade, com conseqüentes variações faunísticas.

Teores de matéria orgânica, carbonatos e o grau de umidade do sedimento foram significativamente maiores nos níveis de maré mais baixos. Aumento nos teores de matéria orgânica e grau de umidade do sedimento, em geral, ocorrem com a diminuição do diâmetro médio da partícula sedimentar (NEWELL, 1972; RISK & YEO, 1980). O fato dos teores de matéria orgânica apresentarem um nítido gradiente, variando de 4,8% no nível superior a 10% no inferior, apesar da homogeneidade textural, deve-se provavelmente ao carreamento de detritos orgânicos dos manguezais e marismas de *S. alterniflora* encontrados na porção superior do banco não-vegetado.

Os gastrópodes detritívoros *H. australis* e *A. bidentata* apresentaram densidades significativamente mais elevadas nos níveis de amostragem mais baixos. A distribuição horizontal destas formas detritívoras esteve positivamente correlacionada com os teores de matéria orgânica e com o grau de umidade do sedimento.

Os resultados das análises de agrupamento e de componentes principais evidenciaram primariamente a divisão da associação em grupos de superfície e fundo. O grupo de superfície, com maior número de espécies e maior densidade de organismos, apresentou formas exclusivas deste estrato, como o bivalve *Anomalocardia brasiliana* e o poliqueta predador *Sigambra grubii*. A espécie epifaunal *H. australis* poderia ser também incluída neste grupo, uma vez que sua ocorrência em estratos subsuperficiais foi provavelmente artefato de técnica, devendo-se provavelmente à contaminação das amostras durante o processo de estratificação em campo. Estratos subsuperficiais, com poucas espécies presentes, foram caracterizados pela dominância numérica do poliqueta detritívoro *H. similis*. Verificou-se ainda, a existência de taxa que ocuparam ambos os estratos, sem marcada preferência, como espécies não identificadas de *Nemertinea* e *P. heterobranchia*.

A distribuição vertical dos invertebrados bênticos é geralmente influenciada pela disponibilidade de oxigênio no sedimento, indiretamente evidenciada pelo perfil de oxidação (FLINT & KALKE, 1986; COULL, 1988). Embora não se tenha medido diretamente este perfil, foram observadas nítidas diferenças de coloração no sedimento, mais escuro no estrato de 50 a 100mm, como evidência das condições reductoras.

As maiores densidades de *H. similis* no estrato mais profundo podem ser reflexo de uma maior tolerância da espécie a condições anóxicas. Da mesma forma, o hábito subsuperficial da espécie pode constituir um refúgio contra predadores epifaunais, que atuam preferencialmente nos estratos superficiais do sedimento (VIRNSTEIN, 1977; HOLLAND et al., 1980; BEMVENUTI, 1988).

Análises experimentais desenvolvidas no setor euhalino (NETTO & LANA, 1994) evidenciaram que as densidades de *Heteromastus similis*, após perturbações artificiais do sedimento, retornaram aos níveis iniciais em menos de dois dias. Desta forma, a

distribuição preferencial do detritívoro *H. similis* no estrato subsuperficial poderia minimizar, no caso desta espécie, o efeito de perturbações em pequena escala do sedimento, muito freqüentes em regiões entre-marés areno-lodosas ou lodosas, devido à ação de macropredadores epifaunais.

Em síntese, o banco areno-lodoso estudado, apesar da homogeneidade textural do sedimento, dividiu-se em uma zona superior e uma inferior, caracterizadas por um estoque de espécies semelhantes, mas densidades significativamente diferentes. Os padrões de zonação do macrobentos local estão primariamente correlacionados com os teores de matéria orgânica e com o grau de umidade do sedimento. Parâmetros físico-químicos analisados apresentaram-se também claramente estratificados, com maiores valores em superfície. Os invertebrados bênticos locais podem ser classificados como exclusivamente de superfície, preferencialmente de superfície, preferencialmente de fundo e organismos que podem ocupar ambos os estratos do sedimento.

**Agradecimentos.** Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento deste trabalho. Ao Dr. Carlos Alberto Borzone pela leitura crítica e sugestões e ao barqueiro Abrão Pereira de Campos pelo auxílio durante as amostragens.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONGI, D.M. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, Aberdeen, **28**:381-497.
- AMARAL, A.C.Z. 1979. Ecologia e contribuição dos anelídeos poliquetos para a biomassa bêntica da zona das marés no litoral norte do Estado de São Paulo. *Bolm Inst. Oceanogr.*, S. Paulo, **28** (1): 1-52.
- BERTRÁN, C.V. 1984. Macroinfauna intermareal en un estuario del Sur de Chile (estuario del Rio Lingue, Valdivia). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, Lisse, **19** (1): 33-46.
- BEMVENUTI, C.E. 1988. Impacto da predação sobre *Heteromastus similis* Southern, 1921 e *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937 (Annelida, Polychaeta), em fundos moles estuarinos. *Atlântica*, Rio Grande, **10** (1): 85-102.
- BEMVENUTI, C.E.; CATTANEO, S.A. & NETTO, S.A. 1992. Características estruturais da macrofauna bêntica em dois pontos da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, **14**: 5-28.
- COULL, B.C. 1988. Ecology of marine meiofauna. In: HIGGINS, R.P. & THIEL, H. (eds). *Introduction to the study of meiofauna*. Washington, Smithsonian Inst. p. 18-38.
- DEAN, W.E., Jr. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *J. Sedim. Petrol.*, New York, **44**: 242-248.
- DAVIS, J.C. 1973. *Statistics and data analysis in geology*. New York, J. Wiley, 646 p.
- FLINT, W.R. & KALKE, R.D. 1986. Biological enhancement of estuarine benthic community structure. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Halstenbeck, **31**: 23-33.
- HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAN, R.L. & GRABLOWSKY, B.J. 1979. *Multivariate data analysis*. Oklahoma, Petroleum Publ., 360 p.
- HOLLAND, A.F.; MOUNTFORD, N.K.; HIEGEL, M.H.; KAUMEYER, K.R. & MIHURSKY, J.A. 1980. Influence of predation on infauna abundance in Upper Chesapeake Bay, USA. *Mar Biol.*, Heidelberg, **57**: 221-235.
- HOLME, N.A. & MCINTYRE, A.D. 1971. *Methods for the study of marine benthos*. Oxford, Blackwell Scient. Publ., 334 p.
- JOSEFSON, A.B. 1991. Do subsurface deposit-feeders partition resources by vertical stratification in the sediment? *Scient. Mar.*, Barcelona, **53** (3-2): 301-313.
- KNOPPERS, B.A.; BRANDINI, F.P. & THAMM, C.A. 1987. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. II. Some physical and chemical characteristics. *Nerítica*, Curitiba, **2**: 1-36.
- KOH, C.H. & SHIN, H.C. 1988. Environmental characteristics and distribution of macrobenthos in a mudflat of the west coast of Corea (Yellow Sea). *Netherlands J. Sea. Res.*, The Hague, **22** (3): 279-290.

- LANA, P.C. & GUISS, C. 1991. Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (Southeastern Brazil). **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Halstenbeck, **73**: 231-244.
- LEVINTON, J.S.; STEWART, S. & DEWITT, T.H. 1985. Field and laboratory experiments on the interference of *Hydrobia totteni* and *Ilyanassa obsoleta* (Gastropoda) and its possible relation to seasonal shifts in vertical mudflat zonation. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Halstenbeck, **22**: 53-58.
- NETTO, S.A. 1993. **Composição, distribuição e variabilidade sazonal da macrofauna bêntica de marismas e bancos não-vegetados da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil)**. 91p. Tese de Mestrado. Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, [Não publicada].
- NETTO, S. A. & LANA, P.C. 1994. Effects of sediment disturbance on the structure of benthic fauna in a subtropical tidal creek of southeastern Brazil. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Halstenbeck, **106**: 239-247.
- NEWELL, R.C. 1972. **Biology of intertidal animals**. London, P. Elek, 555 p.
- POSTMA, H. 1988. Tidal flat areas. In: JANSOON, B.O.ed. **Lecture notes on coastal and estuarine studies**. Berlin, Coastal-Offshore Ecosystems Interactions. Springer-Verlag, v. 22, p.102-121.
- PETERSON, C.H. & BLACK, R. 1988. Response of growth to elevation fail to explain vertical zonation of suspension-feeding bivalves on a tidal flat. **Oecologia**, Heidelberg, **76**: 423-429.
- REISE, K. 1985. **Tidal flat ecology**. Berlin, Springer-Verlag, 191 p.
- RISK, M.J. & YEO, R.K. 1980. Animal-sediment relationships in the Minas Basin, Bay of Fundy. In: MCCANN, S.B. ed. **The coastline of Canada**. Geological Survey of Canada, p. 189-194.
- ROMESBURG, H.C. 1984. **Cluster analysis for researchers**. California, Lifetime Learning Publ., 335 p.
- ROSENBERG, R. 1974. Spatial dispersion of an estuarine benthic faunal community. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, The Hague, **15**: 69-80.
- TAMAKI, A. 1985. Zonation by size in the *Armandia* sp. (Polychaeta: Opheliidae) population on an intertidal sand flat. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Halstenbeck, **27**: 123-133.
- TURNER, A.B. 1984. Zonación y estratificación de la macrofauna intermareal del estuario del Rio Queule (IX Region, Chile). **Medio Ambiente**, Valdivia, **7** (1): 29-36.
- VIRNSTEIN, R.W. 1977. The importance of predation by crabs and fishes on benthic infauna in Chesapeake Bay. **Ecology**, Ithaca, **58**: 1199-1217.
- WARWICK, R.M. 1983. Sampling and analysis of benthic communities. In: MORRIS, A.W. ed. **Practical procedures for estuarine studies**. Inst. Mar. Environ. Res, p. 140-185.
- WHITLACH, R.B. 1980. Patterns of resource utilization and coexistence in marine intertidal-feeding communities. **J. Mar. Res.**, New Haven, **38** (4): 743-765.
- WILSON, W.H., Jr. 1988. Shifting zones in Bay of Fundy tidal flat sediment community: patterns and processes. **Ophelia**, Helsingor, **29** (3): 227-245.